

3. Любов В.К., Любова С.В. Повышение эффективности энергетического использования биотоплив. Архангельск, 2010. 496 с.

4. Любов В.К., Финкер Ф.З., Кубышкин И.Б. Повышение эффективности сжигания углей // Повышение эффективности теплообменных процессов и систем: Материалы III международной научно-технической конфер. Вологда. 2002. С. 125–131.

5. Пат. 2067724 Российская Федерация. Низкоэмиссионная вихревая топка / Финкер Ф.З., Ахмедов Д.Б., Кубышкин И.Б. и др., патентообладатель МГВП «Политехэнерго». – № 94045164/06, заявл. 29.12.1994; опубл. 10.10.1996.

6. Пат. 2154234 Российская Федерация. Топка / Финкер Ф.З., Кубышкин И.Б., Бахтинов Ю.П., патентообладатель МГВП «Политехэнерго». № 99109062/06, заявл. 23.04.1999; опубл. 10.08.2000.

7. Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. и др. Основы практической теории горения. Л., 1986. 312 с.

8. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). М., 1973. 296 с.

## References

1. Liubov V.K. *Poverochnyi raschet kotel'nykh agregatov* [Checking calculation of boilers]. Arkhangel'sk, 2004. 160 p.
2. Liubov V.K., D'iachkov V.A., Finker F.Z., Kubyskin I.B. *Vliianie skhemy organizatsii topochного protsessа na stepen' ochistki gazov v elektrofil'trah* [Influence of schemes of

the furnace process to the degree of gas cleaning in electrostatic precipitators]. *Povyshenie effektivnosti energeticheskikh sistem i oborudovaniia: Sb. nauch. tr. k 70-letiiu AGTU* [Improving the efficiency of energy systems and equipment: Coll. scientific. tr. the 70th anniversary ASTU]. Arkhangel'sk, 1999. pp. 100–105.

3. Liubov V.K., Liubova S.V. *Povyshenie effektivnosti energeticheskogo ispol'zovaniia biotopliv* [Improving the efficiency of energy use of biofuels]. Arkhangel'sk, 2010. 496 p.

4. Liubov V.K., Finker F.Z., Kubyskin I.B. *Povyshenie effektivnosti szhiganiia uglei* [Improving the efficiency of coal combustion]. *Povyshenie effektivnosti teploobmennyykh protsessov i sistem: Materialy III mezhduнародnoy nauchno-tekhnicheskoi konferencii* [Improving the efficiency of heat exchange processes and systems: Materials III International Scientific and Technical Conference]. Vologda, 2002, pp. 125–131.

5. Finker F.Z., Akhmedov D.B., Kubyskin I.B. *Rossiiskaia Federatsiia. Nizkoemissionnaia vikhrevaia topka* [Low-emission swirl burner]. Patent RF, no. 2067724.

6. Finker F.Z., Kubyskin I.B., Bakhtinov Yu.P. *Topka* [Furnace]. Patent RF, no. 2154234.

7. Pomerantsev V.V., Arefev K.M., Akhmedov D.B. *at al. Osnovy prakticheskoi teorii gorenii* [Basics of practical combustion theory]. Leningrad, 1986, 312 p.

8. *Teplovoi raschet kotel'nykh agregatov (normativnyi metod)* [Thermal design of boiler units (standard method)]. Moscow, 1973, 296 p.

УДК 536.2

С.Ю. Осипов

Тверской государственный технический университет,

Ю.Р. Осипов, Д.А. Богданов

Вологодский государственный университет

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ТЕРМООБРАБОТКИ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ХИМИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ

Разнообразные отрасли промышленности и сельского хозяйства предъявляют высокие требования к антикоррозионной защите деталей машин и аппаратов. Для сопоставления химической стойкости обкладок, вулканизованных различными способами, проведены эксперименты после термообработки покрытий в котле, в принудительном потоке воздуха (конвективная вулканизация) и в псевдооживленном инертном теплоносителе.

Химическую стойкость эластомеров оценивали по степени набухания образцов (по массе после нахождения их в коррозионных средах), по изменению внешнего вида и физико-механических показателей после набухания.

Вулканизация, охлаждение, технологические режимы, теплообмен, гуммировочные покрытия, термообработка, эластомерные покрытия.

Diverse industrial and agricultural sectors place high demands on corrosion protection of machine parts and devices. To compare the chemical resistance of coating, vulcanized in a variety of ways, the experiments were carried out after heat treatment of coatings in the boiler, in a forced flow of air (convective vulcanization) and fluidized inert heat carrier.

Chemical resistance of elastomers were evaluated by the degree of swelling of the samples (by mass after finding them in corrosive environments), by the change of the appearance and physical-mechanical properties after swelling.

Curing, cooling, technological modes, heat exchange, gummed cover, heat treatment, elastomeric coverings.

### Введение

Из существующих способов защиты поверхностей гуммирование занимает особое положение, ибо резина обладает целым комплексом технически полезных свойств: стойкостью к воздействию агрессивных сред, эластичностью, вибростойкостью, способностью выдерживать мощные гидродинамиче-

ские удары, водо- и газонепроницаемостью, тепло- и морозостойкостью [4], [7]–[10].

Вулканизация покрытий является завершающим и наиболее ответственным процессом во всем цикле работ по гуммированию любого металлического объекта, сопровождающимся большими затратами энергии и особенно нуждающимся в совершенство-

вании. Высокие эксплуатационные качества новых гуммированных деталей машин и аппаратов должны закладываться на стадии проектирования. Поэтому возникает необходимость и актуальность исследований.

Важным аспектом проблемы поиска оптимальных режимов вулканизации является задача установления основных закономерностей прогрева покрытий и определения степени вулканизации, получаемой резиной при нестационарном тепловом процессе, так как часть процесса вулканизации многослойных гуммировочных покрытий проходит при непрерывном возрастании температуры.

Несмотря на широкое распространение гуммированных деталей машин и аппаратов, теория, методы их расчета, проектирования и изготовления рассмотрены недостаточно. Настоящее состояние проблемы заставляет искать новые подходы к ее решению. Поэтому разработка новой технологии получения гуммированных объектов, разработка теории расчета и построение на ее основе универсальных методов расчета, позволяющих комплексно решить проблему, является актуальной задачей, отвечающей требованиям научно-технического прогресса.

Принятый в работе подход к проблеме характеризуется тем, что рассматривается изготовление гуммированных деталей машин, агрегатов и аппаратов методами пластического деформирования резинометаллических листов и полос после термообработки эластомерного покрытия, а не гуммирования готового металлического объекта, как принято в традиционных методах. В этом случае рассматриваются способы термообработки, позволяющие создать поточную линию для изготовления гуммированных объектов.

### Основная часть

Химическая стойкость, прочность крепления и другие качественные показатели обкладок зависят от способа вулканизации, так как именно в этом процессе протекает ряд химических реакций, приводящих к образованию в каучуке поперечных связей (структурированию), в результате чего технические свойства последнего резко меняются [1]–[5], [11]. Для сопоставления химической стойкости обкладок, вулканизированных различными способами, проведены эксперименты после термообработки покрытий в котле, в принудительном потоке воздуха (конвективная вулканизация) и в псевдооживленном инертном теплоносителе. В качестве основы использовали сталь марки Ст3, а адгезивов для крепления обкладок – клеи 2572, 4508, ПТ-201 и др. [4], [7].

Подготовка поверхностей металла и эластомерной обкладки и покрытие изделий эластомерами во всех трех сериях эксперимента одинаковы. Поверхность металла очищали от загрязнения и обезжиривали бензином БР-1, обрабатывали стальной дробью для полного удаления ржавчины и окалины и создания шероховатой поверхности с целью увеличения адгезии эластомерных материалов к металлу. Подготовка для гуммирования эластомера и покрытие им металла проводили традиционным промышленным способом, описанным в работе [4].

В качестве инертного зернистого теплоносителя при вулканизации в псевдооживленном слое использовали шлаковые шарики диаметром 0,5...1,5 мм (плотность 2800 кг/м<sup>3</sup>). В котле гуммированные объекты вулканизовали под давлением острого насыщенного пара по режиму, применяемому для гуммирования серийных аппаратов и деталей химических производств: подъем давления от 0,24 МПа в течение 900 с, вулканизация при  $p = 0,24$  МПа – 1200 с, подъем давления от 0,24 до 0,39 МПа – 900 с, вулканизация при  $p = 0,30$  МПа – 7200 с, снижение давления от 0,30 до 0,24 МПа – 1800 с, вулканизация при  $p = 0,24$  МПа – 600 с, снижение давления от 0,24 до 0,20 МПа – 600 с, охлаждение при  $p = 0,20$  МПа – 3600 с, снижение давления от 0,20 до 0 МПа – 1800 с. Максимальная температура вулканизаций в котле 418 К, общая продолжительность термообработки – 18 000 с.

Рассмотрена стойкость обкладок из эластомеров на основе каучуков НК и СКБ, СКБ, СКС-30, хлоропренового (наирита) СКН-40, СКИ-3, СКФ при нормальной температуре (293 К) 40 %-й азотной кислоты, 50 %-й уксусной, 60 %-й серной, 33 %-й соляной кислоты. Химическую стойкость эластомеров оценивали по степени набухания образцов (по массе после нахождения их в коррозионных средах), по изменению внешнего вида и физико-механических показателей после набухания. В необходимых случаях мягкую резину крепили к металлу через эбонитовый подслои. На рис. 1, 2 и 3 приведены кинетические кривые набухания эбонитовых и резиновых покрытий в уксусной, соляной, серной и азотной кислотах после вулканизации в вулканизационном котле, в зернистом теплоносителе и методом простой конвекции (соответственно сплошные, штриховые и штрихпунктирные линии).

Исследования обкладок, проведенные только в средах, в которых они нормально работают, показали, что химическая стойкость покрытий из эластомеров на основе каучуков разных типов, полученных вулканизацией в псевдооживленном слое инертного теплоносителя, выше, чем покрытий, полученных в вулканизационном котле, несмотря на то, что время термообработки меньше.

В настоящее время предъявляют повышенные требования к химической стойкости эластомеров при увеличении их рабочей температуры. В связи с этим проведены исследования химической стойкости обкладок в пластификационной и осадительной ваннах кордно производства. Коррозионные среды: в пластификационной ванне:  $H_2SO_4$  – 35...40 г/л,  $ZnSO_4$  – 10,5...14,5 г/л,  $T = 353...361$  К; в осадительной ванне:  $H_2SO_4$  – 133...136 г/л,  $ZnSO_4$  – 16...18 г/л,  $Na_2SO_4$  – 300...320 г/л. Массовая доля синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ) – 0,01 %;  $T = 321...323$  К. Продолжительность вулканизации покрытий в псевдооживленном слое составляла 3600 с. На рис. 4 показана кинетика набуханий и изменение физико-механических показателей после вулканизации в вулканизационном котле и в инертном зернистом теплоносителе (соответственно штриховые и сплошные линии).

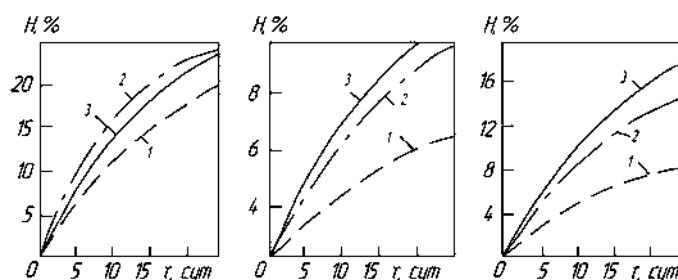


Рис. 1. Кинетические кривые набухания покрытий из эбонита марки ГХ-52 (НК + СКБ)

в разных кислотах после вулканизации:

*a* – в азотной кислоте при  $T = 423$  К,  $\tau = 2700$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 1,5$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 1,5$  мм (кривая 3); *б* – в уксусной кислоте при  $T = 428$  К,  $\tau = 4500$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 3$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 3$  мм (кривая 3); *в* – в соляной кислоте при  $T = 418$  К,  $\tau = 4500$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 6$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 6$  мм (кривая 3)

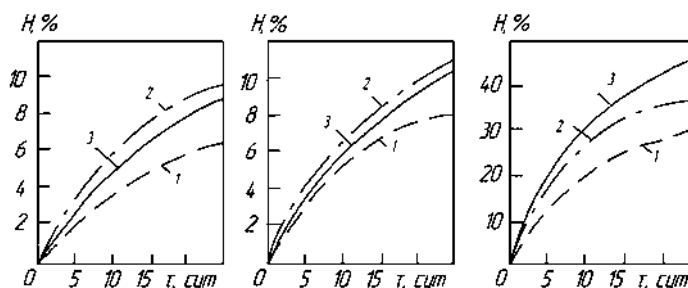


Рис. 2. Кинетические кривые набухания покрытий из резины марки ГХ-66 (НК + СКБ)

в разных кислотах после вулканизации:

*a* – в серной кислоте при  $T = 423$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 3$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 3$  мм (кривая 3); *б* – в азотной, кислоте при  $T = 428$  К,  $\tau = 2400$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 4,5$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 4,5$  мм (кривая 3); *в* – в уксусной кислоте при  $T = 418$  К,  $\tau = 2400$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 6$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 3$  мм,  $\delta_{об} = 6$  мм (кривая 3)

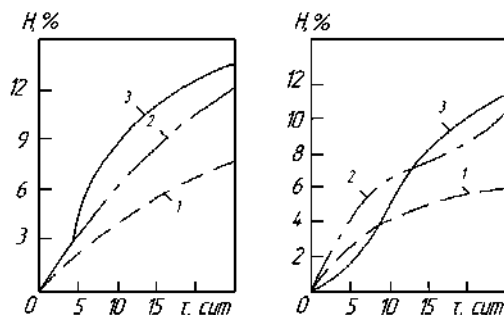


Рис. 3. Кинетические кривые набухания покрытий из резины марки ГХ-76 (СКБ) в разных кислотах после вулканизации:

*a* – в серной кислоте при  $T = 423$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 2$  мм,  $\delta_{об} = 7,5$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 2$  мм,  $\delta_{об} = 7,5$  мм (кривая 3); *б* – в азотной кислоте при  $T = 428$  К,  $\tau = 2400$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 7,5$  мм (кривые 1, 2);  $T = 418$  К,  $\tau = 18000$  с,  $\delta_{ст} = 4$  мм,  $\delta_{об} = 7,5$  мм (кривая 3)

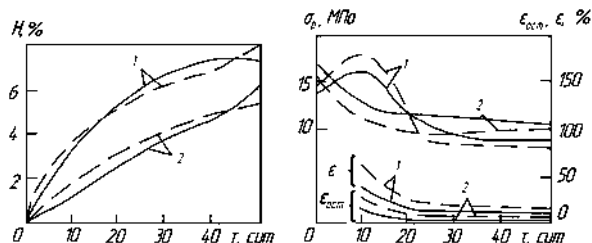


Рис. 4. Кинетические кривые набухания, сопротивления разрыву, относительного и остаточного удлинений покрытий из эбонита марки ГХ-52 (НК + СКБ) после вулканизации в ваннах: 1 – пластификационной; 2 – осадительной

Результаты исследований химической стойкости обкладок в пластификационной и осадительной ваннах показали, что практически набухание образцов

после вулканизации в котле и аппарате с инертным зернистым теплоносителем одинаково, но физико-механические показатели разные. Так, по прочности

при растяжении образцы, вулканизованные в псевдооживленном слое инертного теплоносителя, превосходят образцы, полученные в котле, а по относительному и остаточному удлинению – уступают последним (продолжительность испытания до 20 суток в коррозионной среде, после этого срока удлинения практически одинаковы для обоих способов вулканизации).

Аналогичные результаты были получены при рассмотрении стойкости обкладок на основе каучуков ККС-30, хлоропренового (наирита) СКН-40, СКИ-3, СКФ.

### Выводы

Применение псевдооживленного инертного зернистого теплоносителя позволяет сократить продолжительность термообработки и получить более качественную продукцию, что объясняется изменениями в структуре покрытия, не происходящими при обычных условиях вулканизации. Изучение поперечных срезов производственных (термообработанных в вулканизационном котле) и экспериментальных (в псевдооживленном теплоносителе и методом простой конвекции) образцов обкладок резинометаллических изделий с помощью микроскопа МБИ-6 показало, что они отличаются плотностью полимера, размерами и расположением пор [4], [6]–[8].

При вулканизации насыщенным паром образующийся конденсат выщелачивает некоторые ингредиенты из покрытия, вследствие чего снижаются физико-механические показатели и химическая стойкость обкладки. Кроме того, покрытия из каучука некоторых марок могут поглощать пары воды из вулканизирующей среды, что также отрицательно сказывается на качестве обкладки. Покрытия, вулканизованные в инертном зернистом теплоносителе, имеют более однородную структуру вследствие значительного уменьшения при высоких температурах вязкости клеевой массы и слоев эластомерной обкладки, что создает благоприятные условия для равномерного выхода летучих. Толщина покрытия по сравнению с производственными образцами меньше в 1,15 раза. Пористость эластомерного покрытия, как установлено геометрическим способом и подтверждено пикнометрическим и радиометрическим методами, снижается в 1,2 раза.

Так как процесс вулканизации заключается в связывании между собой макромолекул каучука по их реакционноспособным участкам поперечными химическими связями с образованием единой пространственной сетки вулканизата, то степень поперечного сшивания определяют густотой вулканизационной сетки, которая обуславливает уровень достигнутых при вулканизации свойств. Если при изучении влияния способа вулканизации на химическую стойкость обкладок применить теорию вулканизационной сетки, то различие в стойкости можно объяснить густотой вулканизационной сетки, изменением геометрии узлов и нарушением равномерности их распределения по объему. Вулканизация с использованием зернистого теплоносителя интенсифицирует химические превращения и уменьшает вероятность возникновения в обкладке дефектных напряженных

участков, слабее противостоящих коррозионным средам.

### Литература

1. Аваев А.А., Осипов Ю.Р. Аналитические модели теплопереноса в резинометаллических системах в процессах термической вулканизации резиновых обкладок при малой концентрации вулканизирующего агента // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. №5(66). С. 5–9.
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Калашников В.В. Аналитические решения задач теплопереноса и термоупругости для многослойных конструкций. М., 2005. 430 с.
3. Лукомская А.И., Баденков П.Ф., Кеперша Л.М. Тепловые основы вулканизации резиновых изделий. М., 1984.
4. Осипов Ю.Р., Павлов В.В., Осипов С.Ю. Теплоперенос при термообработке клеевых соединений гуммированных объектов. М., 2008. 179 с.
5. Осипов С.Ю., Осипов Ю.Р., Шлыков А.А. Влияние послевулканизационного охлаждения и технологических режимов термообработки на качественные показатели эластомерных композиционных материалов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. № 5(66). С. 30–34.
6. Осипов С.Ю., Осипов Ю.Р., Панфилова О.А., Семенов В.П., Шлыков С.А. Диффузия и процессы нестационарной теплопроводности при изготовлении композиционных материалов // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. №1. С. 17–20.
7. Осипов Ю.Р. Термообработка и работоспособность покрытий гуммированных объектов. М., 1995.
8. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Панфилова О.А. Математическое моделирование процесса теплопереноса вулканизирующего агента при вулканизации гуммировочного многослойного покрытия // Конструкции из композиционных материалов. М., 2007. Вып. 4. С. 37–47.
9. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Панфилова О.А. Оценка экономической эффективности и оптимизация управления производственными процессами // Организатор производства. Воронеж, 2014. №1. С. 50–53.
10. Осипов Ю.Р., Осипов С.Ю., Панфилова О.А. Автоматизированное проектирование оптимальной теплообменной системы на основе решения задачи процесса теплопереноса // Вестник Череповецкого государственного университета. 2014. №4(57). С. 15–20.
11. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. М., 2010. 478 с.

### References

1. Avaev A.A., Osipov Yu.R. Analytical models of heat transfer in the rubber system during heat curing rubber plates at low concentration of the curing agent]. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University]. 2015. №5(66), pp. 5–9.
2. Kudinov V.A., Kartashov E.M., Kalashnikov V.V. *Analiticheskie resheniya zadach teplomassoperenosa i termouprugosti dlya mnogoslojnykh konstrukcij* [Analytical problem solving heat and mass transfer and thermoelasticity for multi-layer constructions]. Moscow, 2005. 430 p.
3. Lukomskaya A.I., Badenkov P.F., Kapersha L.M. *Teplotovye osnovy vulkanizacii rezinovykh izdelij* [Heat bases for vulcanization of rubber products]. Moscow, 1984.

4. Osipov Iu.R., Pavlov V.V., Osipov S. Iu. *Teplomassopereenos pri termoobrabotke kleevyh soedinenii gummirovannykh ob'ektov* [Heat and mass transfer in heat treatment facilities gummed adhesive joints]. Moscow, 2008. 179 c.

5. Osipov S. Iu., Osipov Iu.R., Shlykov A.A. Vliyanie poslevulkanizacionnogo ohlazhdeniia i tekhnologicheskikh rezhimov termoobrabotki na kachestvennye pokazateli ehlastomernykh kompozicionnykh materialov [Influence of post-curing cooling and process of heat treatment modes on the quality of indicators of elastomeric composite materials]. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University], 2015, № 5(66), pp. 30–34.

6. Osipov S.Iu., Osipov Iu.R., Panfilova O.A., Senichev V.P., Shlykov S.A. Diffuziya i processy nestacionarnoi massoprovodnosti pri izgotovlenii kompozicionnykh materialov [Diffusion processes and unsteady mass conductivity in the manufacture of composite materials]. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University], 2015, № 1, pp. 17–20.

7. Osipov Iu.R. *Termoobrabotka i rabotosposobnost' pokrytii gummirovannykh ob'ektov* [Heat treatment and operation facilities rubberized coating]. Moscow, 1995.

8. Osipov Iu.R., Osipov S. Iu., Panfilova O.A. Matematicheskoe modelirovanie processa massopereenosy vulkanizuyushchego agenta pri vulkanizacii gummirovocnogo mnogosloinogo pokrytiia [Mathematical modeling of mass transfer process curing agent for curing rubberized]. *Konstrukcii iz kompozicionnykh materialov* [Multilayer coating structures made of composite materials]. Moscow, 2007. Vyp. 4, pp. 37–47.

9. Osipov Iu.R., Osipov S. Iu., Panfilova O.A. Ocenka ekonomicheskoi ehffektivnosti i optimizaciya upravleniia proizvodstvennymi processami [Cost-effectiveness and optimization of industrial process control]. *Organizator proizvodstva* [Production organizer]. Voronezh, 2014. №1, pp. 50–53.

10. Osipov Iu.R., Osipov S. Iu., Panfilova O.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie optimal'noi teploobmennoi sistemy na osnove resheniia zadachi processa teploperenosy [Computer-aided design of optimal heat exchange system based on the heat transfer process of problem]. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Cherepovets State University], 2014, №4(57), pp. 15–20.

11. Rudobashta S.P., Kartashov Eh.M. *Diffuziia v himiko-tekhnologicheskikh processah* [Diffusion in chemical-technological processes]. Moscow, 2010. 478 c.

УДК 004.93

**Д.П. Попов**

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент А.А. Орлов  
Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и  
Николая Григорьевича Столетовых  
(г. Муром)

## АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С RFID-СЧИТЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье затрагивается проблема детектирования и идентификации перемещения промышленной продукции по производственным площадям, хранящейся в стеллажах. Предложен метод детектирования на основе данных с RFID-считывателя. Описывается автоматический алгоритм, увеличивающий достоверность идентификации за счет обработки данных с RFID-считывателя. Приводятся экспериментальные данные.

Идентификация промышленной продукции, алгоритм обработки данных с RFID, RFID-считыватель, алгоритм автоматической идентификации.

The article deals with the issue of detection and identification of stored on racks industrial products movement in production areas. The method of detection based on the data from the RFID-reader is suggested. We describe an automatic algorithm increasing the accuracy of the identification with the data from the RFID reader.

Identification of industrial production, data processing algorithm RFID, RFID-reader, automatic identification algorithm.

### Введение

В современном мире в век высоких технологий остаются нерешенными научно-технические задачи на множественных стадиях производства и контроля продукции. Одна из таких задач – контроль движения трубопрокатной продукции на этапе производства и отгрузки. Реализация такого контроля возможна с помощью внедрения системы автоматического распознавания меток (САИМ). От степени совершенства работы данной системы зависит эффективность производства в целом. В настоящий момент большинство таких систем не исключают человеческий труд, характеризующийся наличием периодических ошибок, основанных на «человеческом факторе». Кроме того, на предприятии существуют

множество опасных для людей зон. Поэтому одна из важных целей САИМ – минимизировать труд рабочих с целью обезопасить производственный процесс. Основная сложность при использовании САИМ заключается в локализации промышленной продукции, так как в большинстве случаев поверхности различных изделий сделаны из металла. Это сильно мешает распознаванию и проявляется в виде невозможности использовать обычные неэкранированные метки (металл поглощает радиосигнал). Еще одной сложностью является отражение сигнала от всех металлических предметов, что уменьшает достоверность считывания. Для решения данных проблем требуются собственные алгоритмы обработки данных считывателя, а также специальное расположение меток. Ис-